

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ С ЭНЕРГИЕЙ 10 КЕВ ЧЕРЕЗ КЕРАМИЧЕСКИЙ МАКРОКАНАЛ

К.А. Вохмянина^{1,*}, Л.В. Мышеловка¹, А.Д. Пятигор¹, В.С. Сотникова^{1,2}

¹⁾ Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

²⁾ Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова, Белгород, Россия

*^{e-mail:} yokhmyanina@bsu.edu.ru

Возможность управления пучками заряженных частиц с помощью диэлектрических каналов (гайдинг) является актуальной задачей ввиду потенциальной возможности создания недорогих автономных управляющих и фокусирующих устройств. В настоящее время эксперименты с использованием ионов с энергией порядка MeV нацелены на применение микроразмерного излучения для анализа материалов, модификации поверхности, клеточной хирургии и т.п. Для электронных пучков данная возможность еще изучается. В настоящей работе представлены экспериментальные данные по изучению временной зависимости прохождения электронов с энергией 10 keV через керамический (ZrO₂) макрокапилляр. Выбор материала обусловлен его высокой радиационной стойкостью, высоким сопротивлением (>10¹⁴ Ω см), механической прочностью и относительной простотой воспроизведения образца.

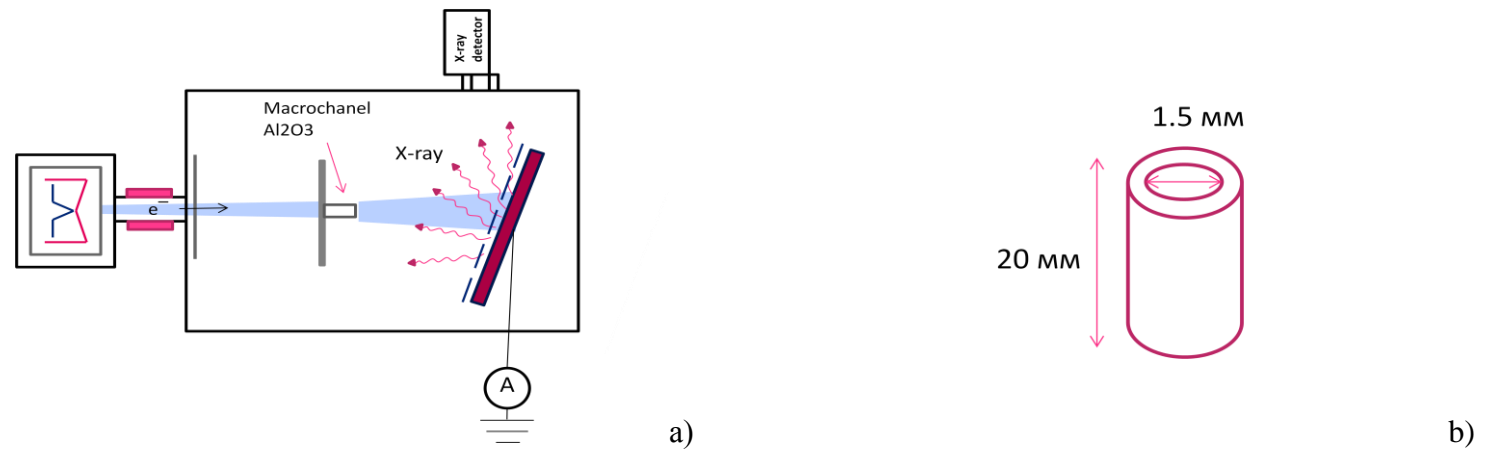


Рисунок 1. а) Схема эксперимента, б) Исследуемый образец- керамический макроканал (внутренний диаметр канала 1.5 мм, длина 20 мм)

Проходящий через канал ток электронов и соответствующий спектр измерялись в течение 2 минут с паузой между измерениями в 10 секунд последовательно 6-8 раз. Вышеописанные измерения были проведены для тока падающего пучка в диапазоне ~50 nA÷250 nA. После серии выполненных измерений на внутренней стенке канала вблизи входного торца образовался углеродный налёт. Канал был развернут таким образом, чтобы выходной, необлученный торец оказался входным, а облученный торец (со следами углеродной пленки) оказался выходным

Результаты эксперимента:

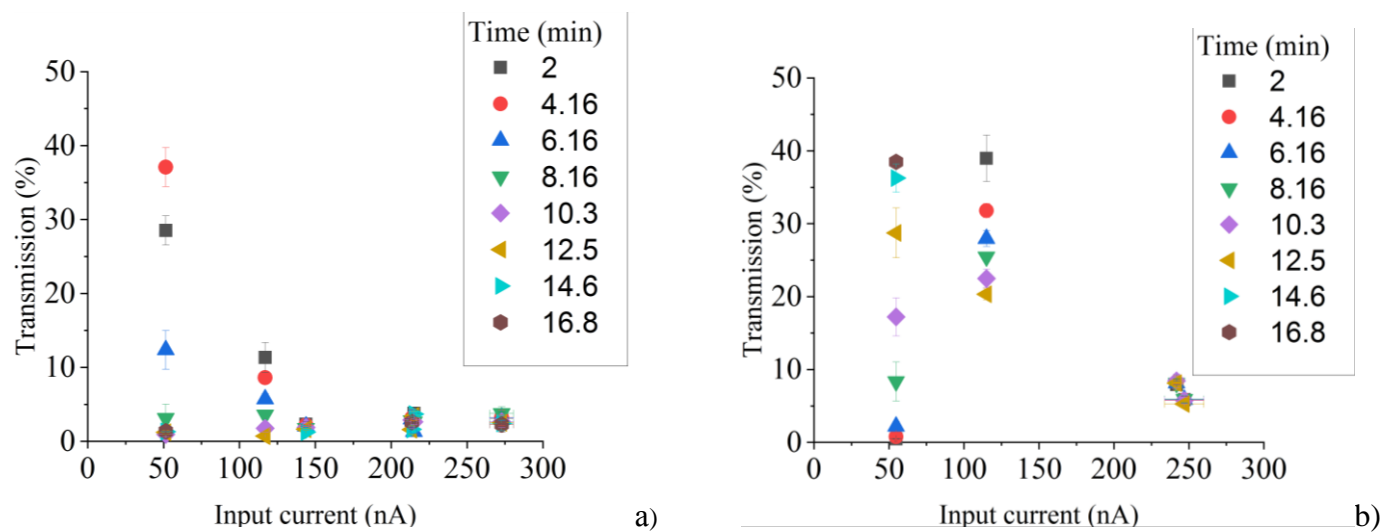


Рисунок 2. Зависимости пропускания канала от тока прямого пучка для разного времени облучения канала; а) прямое положение канала, б) развернутое положение канала

Из данных на Рисунке 2 (а) видно, что с увеличением тока пучка, падающего в канал, доля прошедших через канал частиц снижается. Аналогичная картина происходит и с увеличением времени облучения образца. Для развернутого положения канала картина несколько иная (Рисунок 2 (б)). В целом максимальное пропускание канала сохраняется на уровне 40 %, но, в отличие от первоначального положения канала, при токе падающего пучка ~50 nA пропускание со временем увеличивается (Рисунок 3).

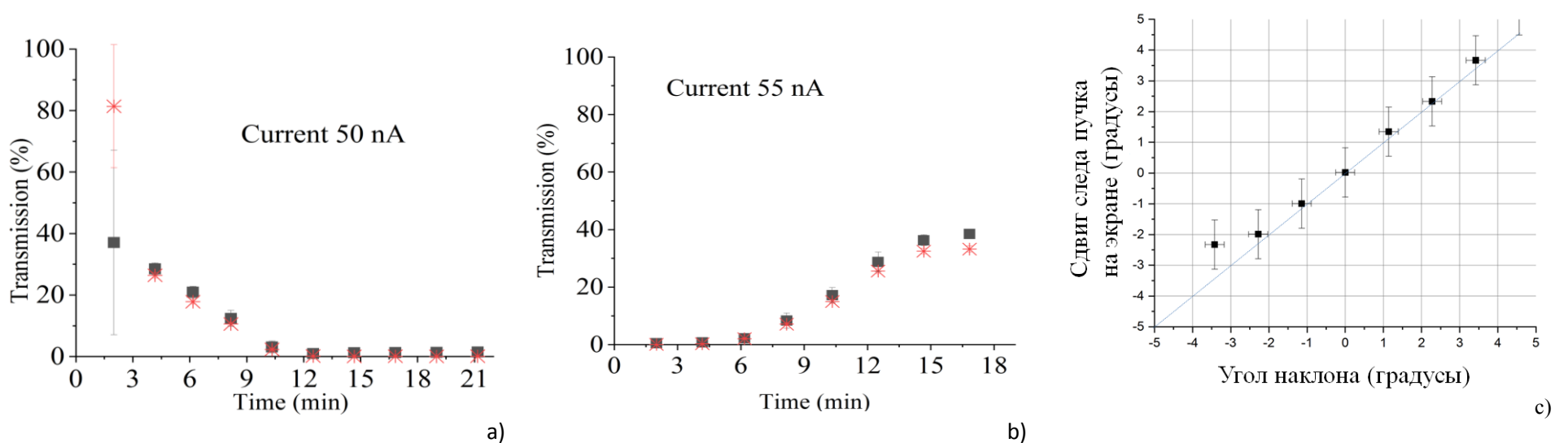


Рисунок 3. Временные зависимости пропускания каналов (квадраты) и доли электронов, потери энергии которых не превышают 1 keV (звездочки), для тока прямого пучка 50 nA. а) прямое положение канала б) развернутое положение канала. в) – гайдинг пучка электронов с помощью керамического облучения обоих торцов

Видно, что в случае развернутого канала пропускание начинается не сразу и постепенно растет до некоторого уровня, тогда как в первичном положении образца он начинает пропускать сразу и затем постепенно «запирается».

Таким образом, было показано, что со временем облучаемая часть канала может покрываться пленкой углерода, оказывающей влияние на пропускную способность канала.